

# **COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS REGIONALES: 1980-1995.**

---

**M<sup>a</sup> Jesús Delgado Rodríguez\***

**Inmaculada Alvarez Ayuso\***

---

## **RESUMEN**

---

El objetivo de este artículo es estimar la eficiencia técnica de los sectores productivos regionales y explorar la influencia de los equipamientos de infraestructuras en este análisis. Para ello, se utilizará el enfoque no paramétrico de la Envolvente de Datos (DEA) y se construirán índices de productividad de Malmquist que permiten distinguir entre ganancias de eficiencia y cambio técnico. Los resultados alcanzados muestran que las infraestructuras productivas han permitido lograr ganancias de eficiencia técnica pura y de escala, que han contribuido al crecimiento de la PTF en la economía española en el periodo 1980-1995.

---

## **ABSTRACT**

---

The aim of this article is to estimate the technical efficiency of the productive regional sectors and explore the influence of the infrastructure endowments in this analysis. To do this, we used the non parametric approach of DEA to compute Malmquist productivity indexes that allow us to decompose productivity growth into efficiency change and technical progress. Our results suggest that productive infrastructure allows to obtain gains in pure and scale technical efficiency that have contributed to productivity in growth in the Spanish economy over the period 1980-1995.

---

Palabras clave: Eficiencia Técnica, Infraestructuras Productivas, Índice de Malmquist, Análisis de Envolvente de Datos.

JEL C14 C23 H54 D24

---

\* Departamento de Economía Aplicada. Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Rey Juan Carlos, Email: [mdelgado@poseidón.fcjs.urjc.es](mailto:mdelgado@poseidón.fcjs.urjc.es).

\* Departamento Fundamentos Análisis Económico II. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de Madrid. Email: [eccuay6@sis.ucm.es](mailto:eccuay6@sis.ucm.es)

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Las investigaciones sobre crecimiento económico y convergencia desarrolladas para la economía nacional (Pérez et al., 1996, Cuadrado et al., 1998) y para distintos países (Abramovitz, 1994 y Bernard y Jones, 1996), han centrado su interés en el análisis de la evolución de la productividad total de los factores y las fuentes del crecimiento económico. En la gran parte de estos trabajos se asume que todos los sectores y regiones son igualmente eficientes en la utilización de los factores. En este caso, las ganancias de productividad se asimilan al progreso técnico, ignorando la posibilidad de que se produzcan ganancias de eficiencia que contribuyan al crecimiento de la productividad. Estas estimaciones presentan el inconveniente de que estarían sesgadas en presencia de ineficiencia, tal y como señalan Grosskopf (1993) y Färe et al. (1994a). Para tener en cuenta la posible existencia de ineficiencias será necesario estimar una frontera de producción que represente el máximo producto técnicamente alcanzable, siendo el nivel de ineficiencia la diferencia entre el nivel de producción obtenido y el máximo posible.

Estos resultados han dado paso a estimaciones en las que se destaca la importancia de la eficiencia como fuente alternativa y distinta de crecimiento de la productividad utilizando técnicas frontera, entre ellos, destacan los de Taskin y Zaim (1997), Fecher y Perelman (1992) y Maudos et al. (2000b) a nivel internacional. Los análisis para la economía española, todavía son reducidos, aunque existe un sensible aumento de estos, entre ellos están los realizados por Maudos et al. (1998) y Maudos et al. (2000a), en los que se evidencian las diferencias en los niveles de eficiencia entre regiones y/o sectores.

El interés por conocer el incremento potencial de la producción que se podría conseguir si se eliminara la ineficiencia en la utilización de los factores de producción

privados ha hecho que la atención se dirija también hacia los determinantes que pueden condicionar los niveles alcanzados y de los que dependerán, en gran medida, las posibilidades de crecimiento futuro de la producción. Por ello, se han realizado trabajos en los que se han introducido otras variables en este análisis, como es caso del capital público (Domazlicky y Weber, 1997 y Pedraja *et al.*, 1999)<sup>1</sup>. La dotación de infraestructuras productivas puede condicionar los niveles de eficiencia con los que actúan los inputs privados, y de esta manera influir en el crecimiento de la PTF<sup>2</sup>.

Los efectos del capital público sobre el crecimiento han recibido un gran interés a partir de trabajos como los de Aschauer (1989 y 2000) y Mas et al (1994 y 1998) en los que se destaca que además de constituir un factor adicional de producción, el capital público puede contribuir a mejorar la productividad del capital y trabajo del sector privado, favoreciendo así su acumulación. De ahí el interés por incorporar las infraestructuras productivas a los análisis realizados, tratando de establecer su contribución a las mejoras de eficiencia obtenidas y determinar el papel que han jugado en el crecimiento de la productividad total de los factores. Para ello, se ha empleado un indicador sintético de infraestructuras productivas en unidades físicas que permite aproximarnos al stock de capital público productivo regional, esto supone un enfoque alternativo al realizado en otros estudios para la economía española, centrados en el stock de capital de las Administraciones Públicas y cuantificados en unidades monetarias.

---

<sup>1</sup> Otras variables que se han incluido en los análisis son el capital humano y la estructura productiva (Maudos et al, 1998 y 2000c).

<sup>2</sup> En la literatura reciente también se pueden encontrar trabajos que introducen la eficiencia en el análisis del capital público, aunque no utilizan técnicas de frontera, este es el caso de Aschauer, 2000 y Mas *et al.* 1998. Existe toda una amplia literatura sobre la contribución de las infraestructuras a la producción privada regional que no tiene en cuenta la eficiencia. En Mas et al. (1994) y Alvarez et al (2001a), entre otros, se recogen los principales resultados obtenidos en este análisis, en estos trabajos se estiman funciones medias de producción donde se asume implícitamente que existe algún nivel medio de eficiencia descrito por la propia función de producción respecto del cual las desviaciones son aleatorias y pueden ser absorbidas por un término de error con las propiedades habituales.

La investigación que se presenta emplea la metodología de técnicas de frontera que permite la estimación del nivel de eficiencia y el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF), descomponiendo este crecimiento entre ganancias de eficiencia y cambio tecnológico, mediante el cálculo de índices de Malmquist. La obtención de los indicadores de eficiencia bajo rendimientos constantes y variables ha permitido comprobar el tipo de rendimientos asociado a cada sector regional y la existencia de eficiencias de escala que indican si las regiones y sectores operan bajo tamaños óptimos. Este análisis se realizará tanto para el conjunto de la economía como a nivel desagregado para las grandes ramas de actividad del sector privado en el periodo 1980-1995.

Con estos objetivos, la estructura de este trabajo es la siguiente: en el apartado segundo se describe la metodología utilizada en la aproximación de la frontera de producción y en la descomposición de la productividad total de los factores (PTF) en cambio técnico y ganancias de eficiencia; para pasar, en el apartado tercero, a presentar y analizar los resultados obtenidos. Por último, en el apartado cuarto se recogen las principales conclusiones de este trabajo.

## **II. LA EFICIENCIA TÉCNICA EN LAS FRONTERAS DE PRODUCCIÓN.**

El estudio de la eficiencia con que actúan las unidades de producción ha supuesto la principal motivación en el estudio de las fronteras. Las medidas de eficiencia desarrolladas por Farrell (1957) pueden ser implementadas empíricamente usando métodos de programación lineal, denominados Envolvente de Datos (DEA<sup>3</sup>).

El modelo DEA sobre el que efectuamos el cálculo de la eficiencia técnica y de escala es el desarrollado en Seiford y Thrall<sup>4</sup> (1990). El propósito de estos modelos radica en construir una frontera de posibilidades de producción no-paramétrica, que

---

<sup>3</sup> DEA proviene del inglés Data Envelopment Analysis.

envuelva los datos. Consideramos  $N$  regiones, cada una de las cuales consume cantidades de  $M$  inputs para producir  $S$  outputs. Específicamente, la región  $j$  consume  $X_{ji}$  del input  $i$  y produce  $Y_{jr}$  del output  $r$ . Suponemos que  $X_{ji} \geq 0$  y  $Y_{jr} \geq 0$ . Asimismo,  $X$  e  $Y$  son matrices  $M \times N$  y  $S \times N$ , que contienen la totalidad de inputs y outputs correspondientes a las  $N$  regiones consideradas. Por tanto, el modelo que maximiza la eficiencia técnica output-orientada para cada una de las regiones adopta la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} & \text{Max } \Phi \\ & \Phi, \lambda \\ & \text{s.a. } X\lambda \leq x_0 \\ & \quad \Phi y_0 - Y\lambda \leq 0 \\ & \quad \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

donde  $\Phi$  es un escalar y  $\lambda$  es un vector  $N \times 1$ . El proceso se repite para cada región  $j$ , introduciendo en el problema anterior  $(x_0, y_0) = (x_j, y_j)$ . Una región es ineficiente si  $\Phi^* > 1$  y eficiente si  $\Phi^* = 1$ <sup>5</sup>. Por tanto, todas las regiones eficientes se sitúan en la frontera de posibilidades de producción. Sin embargo, una región puede situarse en la frontera ( $\Phi^* = 1$ ) y ser ineficiente. Es necesario distinguir, por tanto, entre un punto fronterizo y un punto fronterizo eficiente. Para una orientación output la proyección  $(x_0, y_0) \rightarrow (x_0, \Phi^* y_0)$  siempre conduce a un punto fronterizo, pero la eficiencia técnica solo se alcanza si  $x_0 = X\lambda^*$  y  $\Phi^* y_0 = Y\lambda^*$ , para todo  $\lambda^*$  óptimo. Entonces, para alcanzar eficiencia técnica las restricciones deben cumplirse con igualdad.

El modelo planteado supone rendimientos constantes a escala, en cuyo caso las medidas de eficiencia input-orientadas y output-orientadas son equivalentes (Färe y

---

<sup>4</sup> Los modelos estándar de rendimientos constantes y variables a escala, que llevan a cabo el cálculo de eficiencias técnicas y de escala, se desarrollan en Färe, Grosskopf y Lovell (1994a).

<sup>5</sup> En el programa lineal planteado se cumple que  $1 \leq \Phi < \infty$ , con lo cual  $1 - \Phi$  representa el incremento proporcional en output que se consigue en la región  $j$  manteniendo la cantidad de input constante. Por este motivo, la medida de eficiencia técnica que calcula el programa DEAP viene determinada por el ratio  $1/\Phi$ , que fluctúa entre 0 y 1.

Lovell, 1978). Sin embargo, las imperfecciones en el mercado, etc. pueden provocar que una región deje de operar a escala óptima. Por este motivo, Banker, Charnes y Cooper (1984) amplían el modelo suponiendo rendimientos variables a escala, lo que nos permite calcular eficiencias de escala. Para ello, debemos incorporar en el modelo (1) la restricción  $e^T \lambda = 1$  ( $e$  es un vector de unos  $N \times 1$ ), que genera un requerimiento de convexidad que fuerza a la frontera eficiente de posibilidades de producción a constar de segmentos que unen los puntos extremos.

De esta forma, conseguimos una medida de eficiencia técnica “pura” (sin eficiencias de escala) suponiendo rendimientos constantes. A continuación, plantearemos un modelo alternativo, añadiendo la restricción  $e^T \lambda \leq 1$  (rendimientos crecientes no permitidos) en el modelo (1), que permitirá determinar si la región opera en un área de rendimientos crecientes o decrecientes. La naturaleza de las eficiencias de escala para una región particular se determina comparando las medidas de eficiencia técnica obtenidas mediante la incorporación en el modelo (1) de ambas restricciones. Así pues, si éstas coinciden, entonces la región considerada presenta rendimientos decrecientes a escala (en caso contrario, rendimientos crecientes).

En este trabajo, utilizaremos el índice de Malmquist, siguiendo la metodología propuesta por Färe, Grosskopf, Norris y Zhang (1994b). El índice de Malmquist nos permite descomponer el crecimiento de la productividad en dos componentes: cambios en la eficiencia técnica y en la tecnología a lo largo del tiempo.

Para definir el índice de Malmquist basado en el output, suponemos que en cada periodo  $t = 1, \dots, T$ , la tecnología en producción  $S^t$  modela la transformación de inputs,  $X^t \in \mathbb{R}_+^N$  en outputs,  $Y^t \in \mathbb{R}_+^M$ .

$$S^t = \{(X^t, Y^t) : X^t \text{ puede producir } Y^t\} \quad (2)$$

Por su parte, la función de distancia del output en t se define como:

$$\begin{aligned} D_o^t(X^t, Y^t) &= \inf \{ \theta: (X^t, Y^t/\theta) \in S^t \} = \\ &= (\sup \{ \theta: (X^t, \theta Y^t) \in S^t \})^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Para elaborar el índice de Malmquist necesitamos definir las funciones de distancia con respecto a dos períodos diferentes como

$$D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1}) = \inf \{ \theta: (X^{t+1}, Y^{t+1}/\theta) \in S^t \} \quad (4)$$

La función de distancia correspondiente a (4) mide el máximo cambio proporcional en outputs requerido para conseguir que  $(X^{t+1}, Y^{t+1})$  sea factible en relación con la tecnología en t y definimos también la función de distancia que mida la máxima proporción de cambio en output necesaria para que la combinación  $(X^t, Y^t)$  sea posible con relación a la tecnología en t+1, que denominamos  $D_o^{t+1}(X^t, Y^t)$ . Así pues, el índice de productividad en output de Malmquist, en el que la tecnología en t es la tecnología de referencia, y el índice de Malmquist basado en el periodo t+1, se definen como:

$$M^t = \frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^t(X^t, Y^t)} \quad (5) \quad M^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t)} \quad (6)$$

La elección de una u otra tecnología de referencia resulta una cuestión relevante. Por este motivo, para resolver el problema que puede representar la consideración de una tecnología fija, Färe, Grosskopf, Norris y Zhang(1994) definen el índice de Malmquist de cambio en productividad basado en el output como la media geométrica de los dos índices de Malmquist (5) y (6), especificados con anterioridad:

$$\begin{aligned} M_o(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) &= \frac{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^t(X^t, Y^t)} \times \\ &\times \left[ \left( \frac{D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_o^t(X^t, Y^t)}{D_o^{t+1}(X^t, Y^t)} \right) \right]^{1/2} \end{aligned} \quad (7)$$

La expresión (7) nos permite dividir la evolución que sigue la productividad en dos componentes. El primer componente hace referencia al cambio en

la eficiencia, cuyas mejoras se consideran evidencia de “catching-up”, es decir de acercamiento de cada una de las regiones a la frontera eficiente<sup>6</sup>, mientras que para el cambio técnico se considera innovación. Esta descomposición proporciona una forma alternativa de contrastar convergencia en el crecimiento de la productividad, así como identificar la innovación. Mejoras en el índice de Malmquist de cambio en productividad conducen a valores por encima de la unidad, al igual que sucede con cada uno de sus componentes.

En nuestro trabajo empírico calcularemos el índice de productividad de Malmquist usando las técnicas de programación no-paramétricas<sup>7</sup>. Así pues, para calcular la productividad de la región  $k'$  entre  $t$  y  $t+1$  necesitamos resolver cuatro problemas de programación lineal:  $D_o^t(X^t, Y^t)$ ,  $D_o^{t+1}(X^t, Y^t)$ ,  $D_o^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$  y  $D_o^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ . Para ello, haremos uso del hecho de que la función de distancia del output es recíproca a la medida de eficiencia técnica de Farrell orientada al output.

Suponemos  $k = 1, 2, \dots, K$  regiones usando  $n = 1, 2, \dots, N$  inputs  $X_n^{k,t}$  en cada periodo  $t = 1, 2, \dots, T$ . Esos inputs son usados para producir  $m = 1, \dots, M$  outputs  $Y_m^{k,t}$ . Por tanto, para cada  $k' = 1, \dots, K$  computamos:

$$\left(D_o^t(X^{k',t}, Y^{k',t})\right)^{-1} = \max \phi^{k'} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} s.a. \phi^{k'} y_m^{k',t} &\leq \sum_{k=1}^K \lambda_{k,t} y_m^{k,t} \\ \sum_{k=1}^K \lambda_{k,t} x_n^{k,t} &\leq x_n^{k',t} \\ \lambda_{k,t} &\geq 0 \end{aligned}$$

<sup>6</sup> Usando métodos de programación no-paramétrica construimos una frontera eficiente para el territorio nacional basada en todas las regiones de la muestra (17 regiones españolas).

<sup>7</sup> En Seiford y Thrall (1990) se exponen con detalle los diferentes modelos de programación lineal no-paramétricos basados en la metodología DEA (Data Envelopment Analysis), cuyo objetivo radica en obtener las medidas de eficiencia correspondientes a cada una de las regiones.



La computación de  $D_o^{t+1}(X^{k',t+1}, Y^{k',t+1})$  se lleva a cabo como (8), sustituyendo  $t+1$  en  $t$ . Dos de las funciones de distancia usadas en la construcción del índice de Malmquist requieren información acerca de los dos períodos. La primera de ellas se computa para la observación  $k'$  como:

$$\left(D_o^t(X^{k',t+1}, Y^{k',t+1})\right)^{-1} = \max \phi^{k'} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} s.a. \phi^{k'} y_m^{k',t+1} &\leq \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} y_m^{k,t} \\ \sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} x_n^{k,t} &\leq x_n^{k',t+1} \\ \lambda^{k,t} &\geq 0 \end{aligned}$$

En (9) aparecen observaciones de  $t$  y  $t+1$ , simultáneamente, ya que la tecnología con relación a la que  $(X^{k',t+1}, Y^{k',t+1})$  es evaluado es la correspondiente a  $t$ . En (8),  $(X^{k',t}, Y^{k',t}) \in S^t$ , y por tanto  $D_o^t(X^{k',t}, Y^{k',t}) \leq 1$ . Sin embargo, en (9),  $(X^{k',t+1}, Y^{k',t+1})$  no tiene porque pertenecer a  $S^t$ , con lo cual  $D_o^t(X^{k',t+1}, Y^{k',t+1})$  puede tomar valores superiores a la unidad. El último problema de programación lineal que necesitamos resolver es también un problema mixto, como (9) pero trasponiendo  $t$  y  $t+1$ .

Para analizar los cambios en las eficiencias de escala, calculamos también las funciones de distancia bajo rendimientos a escala variables<sup>8</sup>, incorporando a los modelos anteriores la siguiente restricción:

$$\sum_{k=1}^K \lambda^{k,t} = 1$$

La eficiencia a escala en cada periodo se construye como el ratio entre la función de distancia con rendimientos constantes y la que satisface rendimientos variables.

---

<sup>8</sup> Vease Banker, Charnes y Cooper(1984).

### **III. EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA Y EL CRECIMIENTO DE LA PTF EN LAS REGIONES ESPAÑOLAS.**

En esta investigación se estudia la eficiencia de los sectores productivos regionales y se explora su papel en el crecimiento de la productividad total de los factores de la economía española en el período 1980-1995, distinguiendo entre ganancias de eficiencia y cambio técnico. Con este objetivo se utiliza el enfoque no paramétrico de la DEA y se construirán Índices de Malmquist. La obtención de los indicadores bajo rendimientos constantes y variables ha permitido contrastar el tipo de rendimientos de los sectores regionales y descomponer, a su vez, las ganancias de eficiencia en ganancias de eficiencia técnica pura y en ganancias de escala, lo que permitirá extraer una mayor información sobre las economías.

En este análisis se han introducido los equipamientos de infraestructuras productivas con el objetivo de comprobar si han sido un factor determinante en las mejoras de eficiencia y de esta manera influyen en el crecimiento de la productividad total de los factores. La desagregación sectorial y regional de esta investigación hace posible ampliar la información sobre las implicaciones que estas dotaciones tienen para la economía.

Para estimar la frontera de producción eficiente y los índices de Malmquist se han empleado las series correspondientes a la producción y al empleo de Cordero y Gayoso (1996), elaboradas a partir de las cifras de la Contabilidad Regional de España y publicadas por el Instituto Nacional de Estadística. Las series de capital privado proceden de la publicación de la Fundación BBVA, que contiene una estimación a nivel regional del stock de capital privado para los grandes sectores de la economía española. Para aproximarnos a la variable de infraestructuras productivas se ha utilizado la serie

de índices sintéticos, que recoge la capacidad de estos equipamientos, elaborada por Alvarez y Delgado (2001).

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos al estimar la eficiencia técnica media del periodo de los sectores productivos regionales y el total de la economía<sup>9</sup>. La eficiencia productiva se ha estimado en este trabajo, a partir de la expresión (1) expuesta en el apartado anterior, como el ratio entre la producción media y la máxima posible alcanzada utilizando los inputs eficientemente y su cálculo se ha realizado a partir de una única frontera intertemporal para la totalidad del periodo. Los resultados indican: si el valor es igual a 1 que la región es eficiente, siendo la eficiencia menor cuanto más reducido es el valor obtenido. De manera paralela:  $(1-\phi_{it}) \cdot 100$  mostraría el porcentaje en que se podría incrementar el VAB de las regiones sin necesidad de aumentar los inputs utilizados. Se presentan los indicadores obtenidos bajo rendimientos constantes y variables, lo que permite extraer información sobre el tipo de rendimientos asociado a cada sector productivo. Si ambos son igual a la unidad el cociente será igual a 1 lo que refleja que la región opera bajo rendimientos constantes. En los demás casos el indicador será inferior a la unidad indicando la existencia de rendimientos crecientes (irs) o decrecientes (drs).

Se diferencian dos bloques en el cuadro 1: en el primero, se presentan las estimaciones de la frontera de producción en las que no se han incluido los equipamientos de infraestructuras productivas y, en el segundo, con ellas, lo que hará posible determinar el efecto marginal sobre la eficiencia que se logra al tenerlas en cuenta.

Al comparar los resultados regionales y sectoriales de la eficiencia se comprueba la existencia de importantes diferencias entre los sectores productivos: los sectores

---

<sup>9</sup> Los cálculos se han realizado utilizando la herramienta de programación existente en DEA versión 2.1 para las estimaciones de la frontera no paramétrica (Coelli, 1996).

industria, construcción y servicios destinados a la venta obtienen mayores niveles de eficiencia que los sectores de agricultura y energía. Estos resultados están en línea con otros trabajos realizados para la economía española (Maudos et al. 2000a).

Las regiones también presentan desigualdades en los niveles alcanzados, lo que supone que, con el mismo empleo de inputs, algunas regiones podrían haber obtenido un considerable aumento de producción. Entre las regiones más eficientes se encuentran Madrid, Cataluña y La Rioja y entre las menos Asturias, Extremadura, Castilla la Mancha, Castilla León y Galicia.

Al contrastar el tipo de rendimientos existentes en el total de la economía, se comprueba la existencia de rendimientos variables para la mayoría de las regiones. Además, se observa que para un gran número de las regiones se obtienen rendimientos a escala crecientes, aunque sorprenden Cataluña y Valencia al obtener rendimientos decrecientes a escala.

Por sectores, podemos comprobar que en el sector agrario son las regiones de Andalucía, Canarias y Valencia las que están entre las más eficientes en los años estudiados, mientras que Extremadura, Madrid, Asturias y Galicia podrían obtener mayores incrementos en su producción mejorando la eficiencia en el uso de los factores productivos. En el sector energético encontramos que entre las regiones más eficientes del período están: País Vasco, Cataluña y Andalucía, y entre las menos: Cantabria, Navarra y Baleares. Las regiones más eficientes en el sector industrial son las de La Rioja, Cataluña y Madrid y las menos las de Castilla la Mancha y Aragón. Para el sector de construcción las regiones más eficientes son Cataluña, La Rioja y Valencia, mientras que Cantabria y Baleares son las menos, siendo las desigualdades entre éstas reducidas en los años estudiados. El sector servicios destinados a la venta presenta reducidas distancias en los niveles de eficiencia entre las regiones. Los mayores

niveles de eficiencia se obtienen en Madrid, Baleares, Cataluña y La Rioja, y los menores en Extremadura, Murcia, Castilla León, Castilla la Mancha y Galicia.

Al introducir las infraestructuras productivas se observa una mejora general de los niveles de eficiencia en todos los sectores y regiones. Además, la obtención de rendimientos crecientes en la practica totalidad de regiones y sectores al incorporar estos equipamientos evidencia la contribución positiva del capital público a las ganancias de eficiencia y al aumento de la producción.

La presencia de diferencias en los niveles de eficiencia con que actúan los sectores productivos regionales muestra que existe un aumento potencial de la producción que pueden lograr mejorando la eficiencia en el uso de los factores productivos, por lo que ésta puede llegar a constituir una fuente de crecimiento en el corto plazo, distinta del progreso técnico. Con objeto de establecer el papel que ha tenido la eficiencia en el crecimiento de la PTF de los sectores productivos de la economía española se calcularán Índices de Malmquist a partir de la expresión (7) presentada en el modelo teórico desarrollado en el apartado anterior, que permite distinguir qué parte del mismo se debe al cambio técnico y qué parte al cambio en eficiencia. Mientras que los desplazamientos de la frontera tecnológica se asocian con el progreso técnico, las ganancias de eficiencia suponen un mejor aprovechamiento de los recursos dada la tecnología existente. En este sentido, la distancia de una región a la frontera tecnológica condicionará sus posibilidades de incrementar la PTF a través de mejoras en sus niveles de eficiencia, de forma que las regiones menos eficientes podrían mejorar sus niveles de productividad aproximándose a la frontera. A su vez, la eficiencia total se descompone en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala lo que hace posible diferenciar la existencia de ineficiencias debidas al propio uso inadecuado de los factores privados,

estando éstas bajo el control de la empresa, y a la existencia de imperfecciones en el mercado que impide que las empresas operen bajo tamaños óptimos.

En los cuadros 2 y 3 se muestran los resultados del Índice de Malmquist de crecimiento de la PTF para los distintos sectores regionales y la media del periodo. Cabe esperar que las dotaciones de infraestructuras productivas existentes en una economía condicionen las posibilidades de la misma de aprovechar las ganancias potenciales de productividad, por lo que se presentan las estimaciones de la frontera de producción sin incluir el capital público y a continuación tras incluirlo. De este modo, se compararán los resultados extraídos con cada una de las fronteras elaboradas, lo que permitirá comprobar cual es la vía principal por la que estos equipamientos contribuyen al crecimiento de la economía.

Tras comparar la información extraída en este análisis podemos destacar, en primer lugar, que el crecimiento de la PTF se ha situado, en promedio para el período 1980-1995, en torno al 2% para el agregado de la economía española, siendo el cambio tecnológico el principal factor determinante del crecimiento de la productividad. En cuanto a las ganancias de eficiencia se observa una evolución desfavorable en este período, siendo las ineficiencias de escala, es decir las debidas a las imperfecciones del mercado y sobre las que las empresas tienen un menor control, las que han incidido, en mayor medida, negativamente en su evolución. Para el agregado de la economía, Cantabria y La Rioja se encuentran entre las regiones que han experimentado un mayor crecimiento de la productividad, por el contrario Galicia y Extremadura han obtenido resultados más desfavorables.

Con relación al crecimiento de la PTF existen asimismo importantes diferencias tanto en el ámbito regional como en el sectorial. Así, mientras que en comunidades como Baleares el crecimiento de la PTF se debe en su totalidad al progreso técnico, en

regiones como Canarias el cambio técnico ha influido desfavorablemente en la evolución de la PTF, mientras que la eficiencia ha tenido una evolución más positiva. Por otro lado, en la mayor parte de regiones en las que la PTF ha tenido una evolución negativa, su trayectoria ha estado determinada tanto por los resultados desfavorables del cambio técnico como del cambio en eficiencia.

Por sectores, se observan diferencias en el ritmo de crecimiento de la productividad. Los sectores de energía, industria y construcción son los que han experimentado mayores crecimientos de la PTF, seguidos por los de agricultura y servicios destinados a la venta, siendo este último el que presenta las mayores dificultades para lograr aumentos en la PTF. No obstante, el crecimiento por sectores es muy superior a la media. La existencia de importantes diferencias de crecimiento entre los sectores productivos pone de manifiesto la importancia de la estructura sectorial de una economía para explicar los incrementos de productividad de la misma.

En cuanto a la importancia relativa de los componentes, el cambio técnico ha sido el principal factor determinante del crecimiento de la productividad de los sectores, por lo tanto, para éstos el acceso a nuevas técnicas ha contribuido a estimular el crecimiento de la PTF. El sector energético es el único en el que la mejora de eficiencia técnica contribuye, en mayor medida, al crecimiento de la PTF. Por su parte, las ganancias en la eficiencia de escala no han contribuido al crecimiento de la PTF en los sectores de construcción y servicios destinados a la venta, mostrando una evolución positiva en el sector de la construcción y desfavorable en agricultura e industria.

Al comparar la evolución de las distintas regiones comprobamos que en el sector agrario son las regiones de Cantabria, La Rioja y C. León las que experimentan los mayores ritmos de crecimiento de la PTF, frente a Galicia y Madrid que obtienen resultados desfavorables en este período. En el sector energético, por su parte, son el

País Vasco y Navarra las que registran la evolución más favorable, en comparación con Asturias o Aragón que tienen la más negativa. En el sector industrial es Madrid la región de mayor crecimiento, siendo Baleares la única región que obtiene resultados desfavorables. En cuanto al sector de la construcción, Madrid y Cantabria ostentan los resultados más positivos y Galicia y la Rioja los menos. Por último, en el sector servicios Cataluña alcanza el primer puesto y Galicia y Extremadura los últimos.

La incorporación del capital público en el análisis confirma la mejora de eficiencia alcanzada, tanto de la eficiencia técnica pura como de escala, lo que permite aumentar, a su vez, el crecimiento de la PTF. La nueva frontera obtenida incluyendo al capital público permite comprobar que esta es la principal vía por la que estos equipamientos contribuyen a este análisis. Por tanto, existe un incremento potencial de la producción que se puede lograr aumentando la eficiencia de los sectores productivos regionales y la inversión en equipamientos de infraestructura productiva constituye un factor condicionante de los niveles de eficiencia alcanzados.



**Cuadro 1. Eficiencias Sectoriales por CCAA ( $\phi_i$ )**

SECTOR	TOTAL			AGRICULTURA			ENERGIA			INDUSTRIA			CONSTRUCCION			SERV. DEST. A LA VENTA		
REGION	crste	vrste	scale	crste	vrste	Scale	Crste	vrste	scale	crste	vrste	scale	crste	vrste	scale	crste	vrste	Scale
Andalucía	0.855	0.878	0.974drs	1	1	1.000-	0.653	1	0.653drs	0.797	1	0.797drs	0.905	1	0.905drs	0.786	0.786	1.000-
Aragón	0.723	0.734	0.985irs	0.827	0.831	0.996irs	0.316	0.413	0.766drs	0.648	0.774	0.837drs	0.812	0.819	0.992drs	0.877	0.89	0.986irs
Asturias	0.669	0.681	0.983irs	0.585	0.595	0.983irs	0.509	0.715	0.711drs	0.838	0.959	0.874drs	1	1	1.000-	0.803	0.816	0.985irs
Baleares	0.942	0.986	0.956irs	0.627	0.669	0.938irs	0.252	0.266	0.949irs	0.676	1	0.676irs	0.753	0.757	0.994irs	1	1	1.000-
Canarias	0.923	0.923	0.999drs	1	1	1.000-	0.299	0.315	0.950drs	0.781	1	0.781irs	0.78	0.816	0.956drs	0.946	0.956	0.990irs
Cantabria	0.668	0.707	0.945irs	0.523	0.537	0.974irs	0.128	0.16	0.802irs	0.806	0.868	0.929drs	0.75	0.758	0.989drs	0.803	0.827	0.971irs
Castilla y Leon	0.753	0.755	0.996drs	0.617	0.617	1.000-	0.258	0.545	0.475drs	0.799	0.984	0.812drs	0.751	0.808	0.929drs	0.823	0.825	0.998irs
Castilla-M.	0.723	0.724	0.999irs	1	1	1.000-	0.585	0.908	0.644drs	0.604	0.74	0.816drs	0.849	0.888	0.957drs	0.719	0.719	0.999irs
Cataluña	0.887	1	0.887drs	0.984	0.985	0.999irs	0.363	1	0.363drs	0.747	1	0.747drs	0.851	0.988	0.861drs	0.802	1	0.802drs
Extremadura	0.672	0.674	0.997irs	0.652	0.655	0.997irs	0.245	0.306	0.802irs	0.563	1	0.563irs	0.776	0.81	0.958drs	0.826	0.848	0.975irs
Galicia	0.839	0.847	0.990drs	0.65	0.754	0.863drs	0.566	0.873	0.648drs	0.65	0.865	0.752drs	0.794	0.905	0.878drs	0.868	0.873	0.995irs
Madrid	1	1	1.000-	0.827	1	0.827irs	0.232	0.329	0.706drs	0.774	1	0.774drs	0.82	0.904	0.907drs	1	1	1.000-
Murcia	1	1	1.000-	0.939	0.979	0.960irs	1	1	1.000-	0.612	0.735	0.833drs	0.92	0.96	0.958drs	0.824	0.825	0.998irs
Navarra	0.821	0.871	0.943irs	1	1	1.000-	0.141	0.27	0.523irs	0.802	0.902	0.889drs	0.861	0.886	0.972irs	0.946	0.982	0.964irs
Rioja	0.904	1	0.904irs	0.731	1	0.731irs	0.299	1	0.299irs	1	1	1.000-	1	1	1.000-	0.974	1	0.974irs
Valencia	0.953	0.959	0.994drs	1	1	1.000-	0.468	0.681	0.688drs	0.671	0.953	0.705drs	0.94	1	0.940drs	0.834	0.904	0.923drs
País Vasco	0.896	0.902	0.993irs	0.946	0.958	0.988irs	0.578	0.976	0.593drs	0.81	1	0.810drs	0.85	0.889	0.956drs	0.966	0.972	0.994irs
Andalucía	1	1	1.000-	1	1	1.000-	1	1	1.000-	1	1	1.000-	1	1	1.000-	1	1	1.000-
Aragón	0.78	0.988	0.789irs	0.827	0.864	0.958irs	0.436	0.484	0.901irs	0.809	0.844	0.959irs	0.865	0.926	0.933irs	0.877	0.979	0.896irs
Asturias	0.669	0.711	0.942irs	0.585	0.597	0.980irs	0.53	0.715	0.742drs	0.967	0.97	0.998drs	1	1	1.000-	0.803	0.818	0.983irs
Baleares	0.942	1	0.942irs	0.627	1	0.627irs	0.252	0.266	0.949irs	0.676	1	0.676irs	0.753	0.762	0.989irs	1	1	1.000-
Canarias	0.923	0.923	0.999drs	1	1	1.000-	0.299	0.315	0.950drs	0.781	1	0.781irs	0.811	0.816	0.994drs	0.946	0.958	0.988irs
Cantabria	0.668	0.725	0.922irs	0.523	0.542	0.966irs	0.128	0.16	0.802irs	0.883	0.892	0.990irs	0.761	0.771	0.988irs	0.803	0.83	0.967irs
Castilla y Leon	0.828	0.862	0.960irs	0.617	0.617	1.000-	0.583	0.589	0.990drs	1	1	1.000-	0.817	0.825	0.991irs	0.93	0.991	0.939irs
Castilla-M.	0.783	0.945	0.829irs	1	1	1.000-	1	1	1.000-	0.85	0.91	0.934irs	0.921	0.985	0.935irs	0.801	0.931	0.861irs
Cataluña	1	1	1.000-	0.984	0.985	0.999irs	0.609	1	0.609drs	1	1	1.000-	0.917	0.988	0.927drs	0.991	1	0.991drs
Extremadura	0.701	1	0.701irs	0.652	1	0.652irs	0.245	1	0.245irs	0.766	1	0.766irs	0.841	1	0.841irs	0.828	1	0.828irs
Galicia	0.897	0.919	0.976irs	0.759	0.761	0.997irs	0.794	0.873	0.910drs	0.939	0.964	0.974irs	0.959	0.975	0.983irs	0.95	0.986	0.963irs
Madrid	1	1	1.000-	0.827	1	0.827irs	0.232	0.329	0.706drs	1	1	1.000-	0.866	0.904	0.958drs	1	1	1.000-
Murcia	1	1	1.000-	0.968	1	0.968irs	1	1	1.000-	0.861	0.935	0.921irs	0.974	1	0.974irs	0.876	1	0.876irs
Navarra	0.821	1	0.821irs	1	1	1.000-	0.141	1	0.141irs	0.953	1	0.953irs	0.861	1	0.861irs	0.946	1	0.946irs
Rioja	0.904	1	0.904irs	0.731	1	0.731irs	0.299	1	0.299irs	1	1	1.000-	1	1	1.000-	0.974	1	0.974irs
Valencia	1	1	1.000-	1	1	1.000-	0.468	0.681	0.688drs	1	1	1.000-	1	1	1.000-	1	1	1.000-
País Vasco	0.896	0.902	0.993irs	0.946	0.958	0.988irs	0.578	0.976	0.593drs	0.976	1	0.976drs	0.85	0.889	0.956drs	0.966	0.972	0.994irs

\*El primer bloque recoge las estimaciones sin las infraestructuras y el segundo con ellas.

Crste = rendimientos constantes drs = rendimientos decrecientes

Vrste = rendimientos variables - = rendimientos constantes.

Scale = eficiencias de escala irs = rendimientos crecientes

**Cuadro 2. Índice de Malmquist sin capital publico**

	AGRICULTURA					ENERGIA					INDUSTRIA				
	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala
Andalucía	1.012	1.012	1	1	1	1.005	0.999	1.007	1	1.007	1.016	1.032	0.984	0.986	0.998
Aragón	1.002	1.039	0.964	0.978	0.985	0.996	1.008	0.988	0.982	1.006	1.036	1.033	1.003	1.002	1
Asturias	0.98	0.992	0.987	0.996	0.991	0.965	0.999	0.966	0.959	1.008	1.022	1.033	0.99	0.988	1.002
Baleares	1.065	1.039	1.026	1.027	0.998	1.005	0.999	1.006	1.003	1.003	0.998	1.005	0.993	1	0.993
Canarias	0.985	1.002	0.983	0.994	0.989	1.035	0.999	1.036	1.042	0.994	1.016	1.032	0.984	0.968	1.016
Cantabria	1.049	1.021	1.027	1.042	0.985	1.031	1.01	1.021	1.018	1.003	1.03	1.033	0.997	0.994	1.003
C.Leon	1.041	1.029	1.011	1.029	0.983	1.013	1.006	1.007	0.995	1.012	1.026	1.032	0.994	0.993	1.001
C.Mancha	1.005	1.037	0.97	0.99	0.979	1.047	1.01	1.036	1.006	1.03	1.015	1.023	0.993	0.996	0.996
Cataluña	1.011	1.033	0.979	0.995	0.984	1.027	1.006	1.02	1	1.02	1.028	1.032	0.995	1	0.995
Extremadu.	1.006	1.024	0.983	0.983	1	1.09	1.017	1.072	1.061	1.01	1.011	1.029	0.983	1	0.983
Galicia	0.975	0.993	0.982	0.973	1.01	1.013	1.01	1.003	0.992	1.012	1.011	1.016	0.995	0.998	0.997
Madrid	0.961	1.002	0.958	1	0.958	1.027	0.999	1.028	1.029	0.999	1.034	1.032	1.002	1	1.002
Murcia	1.014	1.01	1.004	1.001	1.002	1	1	1	1	1	1	1.005	0.995	0.994	1
Navarra	1.024	1.039	0.986	0.988	0.998	1.056	1.006	1.05	1.026	1.024	1.028	1.032	0.996	0.996	1
Rioja	1.06	1.041	1.018	1	1.018	1.029	0.999	1.031	1	1.031	1.018	1.018	1	1	1
Valencia	0.971	1.004	0.967	0.97	0.997	1.036	1.01	1.025	1	1.025	1.001	1.01	0.991	0.996	0.995
P. Vasco	1.038	1.034	1.004	1.003	1.001	1.049	1.012	1.037	1.002	1.035	1.029	1.033	0.996	0.997	0.999
MEDIA	1.011	1.02	0.991	0.998	0.993	1.025	1.005	1.019	1.007	1.013	1.019	1.025	0.994	0.995	0.999
	CONSTRUCCIÓN					SERVICIOS DESTINADOS A LA VENTA					TOTAL				
	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Eficiencia	Eficiencia T. Pura	Eficiencia Escala
Andalucía	1.014	1.007	1.007	1	1.007	1.006	1.006	1	1	1	0.99	0.992	0.997	1	0.998
Aragón	1.027	1.021	1.006	1.006	1	1.012	1.01	1.002	1.002	1.001	1.02	1.013	1.007	1.009	0.998
Asturias	1.02	1.02	1	1	1	1.011	1.008	1.003	1.002	1.001	1.019	1.014	1.005	1.007	0.998
Baleares	1.015	1.016	1	1	0.999	1.004	1.005	0.999	1	1	1.015	1.018	0.997	0.997	1.001
Canarias	1.022	1.022	1	1	1	1.005	1.01	0.995	0.996	0.999	0.992	0.993	1	1.003	0.997
Cantabria	1.026	1.017	1.008	1.019	0.99	1.015	1.006	1.009	1.008	1.001	1.032	1.018	1.013	1.011	1.002
C.Leon	1.021	1.022	0.999	0.999	1	1.001	1.007	0.993	0.993	1	0.986	0.995	0.991	0.994	0.997
C.Mancha	1.011	1.022	0.989	0.987	1.002	1.009	1.005	1.004	1.004	1	0.994	1.003	0.991	0.994	0.997
Cataluña	1.023	1.02	1.003	1.001	1.002	1.014	1.006	1.008	1	1.008	0.997	1	0.996	1	0.996
Extremad.	1.011	1.01	1.001	0.999	1.002	0.997	1.01	0.987	0.986	1.001	0.989	0.992	0.998	1	0.998
Galicia	0.997	1.003	0.994	0.989	1.005	0.998	1.01	0.989	0.988	1	0.978	0.991	0.986	0.99	0.997
Madrid	1.034	1.023	1.011	1.007	1.005	1.009	1.009	1	1	1	1.002	1.006	0.996	1	0.996
Murcia	1.005	1.013	0.992	0.99	1.003	1.001	1.004	0.997	0.997	1	0.982	0.991	0.99	0.993	0.997
Navarra	1.015	1.021	0.993	0.996	0.997	1.006	1.013	0.993	0.997	0.996	1.018	1.018	1	0.998	1.002
Rioja	0.992	1.015	0.977	1	0.977	1.005	1.005	1	1	1	1.019	1.012	1.007	1	1.007
Valencia	1.013	1.016	0.997	0.993	1.004	1.005	1.004	1.001	0.996	1.005	0.985	0.994	0.991	0.995	0.996
P. Vasco	1.025	1.021	1.004	1.002	1.002	1.006	1.006	1	1.002	0.999	1.016	1.016	1	1.003	0.997
MEDIA	1.016	1.017	0.999	0.999	1	1.006	1.007	0.999	0.998	1	1.002	1.004	0.998	1	0.998

**Cuadro 3. Índice de Malmquist con capital publico**

	AGRICULTURA					ENERGIA					INDUSTRIA				
	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef. pura	Cambio Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef.pura	Cambio Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef. pura	Cambio Escala
Andalucía	0.995	0.995	1	1	1	0.993	0.993	1	1	1	1.009	1.013	0.997	0.999	0.998
Aragón	1.006	1.018	0.988	1	0.988	0.981	0.993	0.988	1.05	0.942	1.027	1.019	1.008	1.008	1
Asturias	0.98	0.993	0.987	0.996	0.992	0.958	0.981	0.977	0.961	1.017	1.017	1.026	0.99	0.99	1
Baleares	1.06	1.034	1.026	1	1.026	1.005	0.999	1.006	1.003	1.003	0.994	1.001	0.993	1	0.993
Canarias	0.985	1.002	0.983	0.994	0.989	1.034	0.996	1.038	1.042	0.997	1.014	1.031	0.984	0.968	1.016
Cantabria	1.049	1.022	1.027	1.042	0.986	1.031	1.01	1.021	1.018	1.003	1.024	1.033	0.991	0.992	0.999
C.Leon	1.058	1.025	1.031	1.033	0.999	0.992	0.98	1.012	1.013	0.999	1.017	1.017	1	1	1
C.Mancha	1.013	1.017	0.996	1	0.996	1.014	1.014	1	1	1	1.003	1.002	1.001	1.004	0.997
Cataluña	1.02	1.025	0.996	0.996	1	1.01	1.011	0.999	1	0.999	1.003	1.003	1	1	1
Extremad.	1.013	1.023	0.99	1	0.99	1.094	1.021	1.072	1	1.072	0.985	1.006	0.979	1	0.979
Galicia	0.97	0.997	0.972	0.972	1	1.002	0.998	1.004	0.998	1.006	1.003	1	1.003	1.002	1.001
Madrid	0.961	1.002	0.958	1	0.958	1.026	0.996	1.03	1.029	1.001	1.016	1.016	1	1	1
Murcia	1.01	1.008	1.002	1	1.002	0.988	0.988	1	1	1	0.994	1	0.994	0.994	1
Navarra	1.023	1.026	0.997	1	1	1.056	1.006	1.05	1	1.05	1.02	1.022	0.998	0.996	1.002
Rioja	1.056	1.034	1.021	1	1.021	1.029	0.999	1.031	1	1.031	1.015	1.015	1	1	1
Valencia	0.97	0.999	0.972	0.972	1	1.031	1.002	1.029	1.009	1.02	0.997	0.997	1	1	1
P. Vasco	1.038	1.034	1.004	1.003	1.001	1.049	1.011	1.037	1.002	1.035	1.025	1.025	1	0.998	1.002
MEDIA	1.012	1.015	0.997	1	0.997	1.017	1	1.017	1.007	1.01	1.009	1.013	0.996	0.997	0.999
	CONSTRUCCION					SERVICIOS DESTINADOS A LA VENTA					TOTAL				
	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef. pura	Cambio Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef.pura	Cambio Escala	Indice Malmquist	Cambio Técnico	Cambio Efic.	Cambio Ef. pura	Cambio Escala
Andalucía	1.009	1.009	1	1	1	0.997	0.997	1	1	1	0.993	0.993	1	1	1
Aragón	1.024	1.019	1.005	1.005	1	1.011	1.008	1.003	1.001	1.002	1.018	1.008	1.009	1.001	1.009
Asturias	1.018	1.018	1	1	1	1.011	1.008	1.003	1.005	0.998	1.019	1.01	1.009	1.009	1
Baleares	1.016	1.016	1	1	0.999	1.004	1.004	0.999	1	0.999	1.015	1.015	1	1	1
Canarias	1.021	1.021	1	1	1	1.005	1.01	0.995	0.999	0.996	0.992	0.989	1.003	1.005	0.998
Cantabria	1.024	1.016	1.007	1.018	0.99	1.015	1.006	1.009	1.008	1.001	1.031	1.016	1.015	1.01	1.005
C.Leon	1.023	1.019	1.004	1.005	0.999	1	1.009	0.991	0.993	0.998	0.992	0.996	0.996	1.001	0.995
C.Mancha	1.015	1.022	0.993	0.992	1.001	1.007	1.008	0.999	0.999	1.001	0.997	1.002	0.995	0.994	1.001
Cataluña	1.021	1.016	1.004	1.001	1.003	1.011	1.01	1.001	1	1.001	1.004	1.004	1	1	1
Extremad.	1.023	1.011	1.002	1	1.002	0.994	1.006	0.987	1	0.987	0.987	0.986	1.001	1	1.001
Galicia	0.997	1.011	0.986	0.986	1	0.993	1.007	0.987	0.987	1	0.978	0.986	0.991	0.992	0.999
Madrid	1.032	1.022	1.01	1.007	1.003	1.006	1.006	1	1	1	1	1	1	1	1
Murcia	1.005	1.016	0.989	0.994	0.995	1.001	1.008	0.993	0.989	1.004	0.982	0.988	0.994	1	0.994
Navarra	1.015	1.021	0.993	1	0.993	1.006	1.013	0.993	1	0.993	1.018	1.015	1.003	0.999	1.003
Rioja	0.991	1.014	0.977	1	0.977	1.005	1.005	1	1	1	1.019	1.012	1.007	1	1.007
Valencia	1.01	1.018	0.993	0.993	1	1.002	1.009	0.994	0.995	0.999	0.985	0.988	0.997	0.998	0.999
P. Vasco	1.025	1.021	1.004	1.002	1.002	1.006	1.006	1	1.002	0.999	1.016	1.013	1.003	1.003	1
MEDIA	1.015	1.017	0.998	1	0.998	1.004	1.007	0.997	0.999	0.999	1.003	1.001	1.001	1.001	1.001

#### **IV. CONCLUSIONES.**

El empleo de la aproximación no paramétrica de la frontera de producción ha permitido estimar los niveles de eficiencia con que operan los sectores productivos regionales y contrastar el tipo de rendimientos existente en cada uno de ellos. En este análisis se han comprobado las diferencias existentes entre los niveles alcanzados por las regiones y los sectores considerados, que muestran el incremento potencial de la producción que se podría lograr eliminando la ineficiencia en el uso de los factores productivos. Al introducir el capital público en la frontera de producción estimada se hizo patente la mejora de los resultados de eficiencia en el periodo 1980-1995, facilitando la obtención de rendimientos a escala en los sectores productivos regionales.

La metodología utilizada en la elaboración del Índice de Malmquist evidencia que el cambio técnico ha sido el principal factor determinante del crecimiento de la productividad total de los factores para la economía española en el periodo analizado. Además, las estimaciones realizadas teniendo en cuenta a las infraestructuras productivas en la frontera estimada confirman que estos equipamientos favorecen la obtención de ganancias de eficiencia técnica pura y de escala haciendo posible que contribuya a la PTF. De este modo, aunque los estudios sobre crecimiento económico y convergencia ponen de manifiesto la importancia de la asimilación y difusión tecnológica como fuente de crecimiento económico las mejoras de eficiencia pueden ser también un mecanismo a considerar para lograr aumentos en la producción.

La existencia de diferencias en el crecimiento de la PTF entre los distintos sectores productivos ha puesto también de manifiesto la importancia de la estructura sectorial de una economía para explicar los incrementos de productividad de la misma. En la economía española son los servicios destinados a la venta los que han logrado las menores ganancias

de productividad, por lo que su mayor participación en el agregado de la economía ha determinado, en gran medida, la evolución de la productividad.

Por tanto, de estos resultados se pueden extraer implicaciones para el diseño de las políticas regionales. Se ha comprobado que el crecimiento de la PTF se logra fundamentalmente gracias al progreso técnico, por lo que será necesario implementar políticas dirigidas al desarrollo de nuevas tecnologías. Además, se puede lograr que las ganancias de eficiencia favorezcan el crecimiento de la productividad, por lo que es necesario destinar recursos a facilitar la difusión de la tecnología existente y a incrementar la inversión de infraestructuras ya que, a su vez, estas son un factor determinante de los niveles de eficiencia alcanzados. Por otro lado, si la inversión en infraestructuras productivas favorece la eficiencia en el uso de los factores productivos privados, la política de infraestructuras se convertirá en una útil herramienta para garantizar la competitividad regional en el marco de la Unión Europea.

### **Referencias Bibliográficas**

- Abramovitz M. (1994): “Catch-up and convergence in the postwar growth boom and after”, en *Convergence and Productivity, Cross-national studies and Historical evidence*, 86-125, Baumol W., R. Richard y N. Edward (eds.), Oxford University Press.
- Alvarez, I. y M.J. Delgado, (2001): “Metodología para la elaboración de índices de equipamientos de infraestructuras productivas”, *Revista Momento Económico*, 117, 20-34.
- Alvarez, I. y M.J. Delgado (2000): “Las Infraestructuras Productivas en España: estimación del stock en unidades físicas y análisis de su impacto en la producción privada regional”, *Revista Asturiana de Economía*, 19, págs. 155-181.
- Aschauer D. (1989): “Is Public Expenditure Productive”, *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200.
- Aschauer D.A. (2000): “Public Capital and Economic Growth: Issues of quantity, finance, and efficiency”, *Economic Development and Cultural Change*, 48(2), págs. 391-406.

- Banker, R.J., A. Charnes y W. Cooper (1984): “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, 30, págs. 1078-1092.
- Bernard A.B. y C. Jones (1996): “Productivity across industries and countries: time series theory and evidence”, *Review of Economics and Statistics*, 14, págs. 135-146.
- Coelli, T.J. (1996): *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Paper 96/08, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale.
- Cordero, G. y A. Gayoso (1996): *El comportamiento de las economías regionales en tres ciclos de la economía española: primera explotación de una serie (1980-1995) del VAB regional a precios constantes (Base 1986)*. Contabilidad Regional de España, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- Cuadrado J.R., T. Mancha, R. Garrido (1998): *Convergencia Regional en España, hechos, tendencias y perspectivas*, Fundación Argentaria-Visor, Madrid.
- Domazlicky B.R. y W.L. Weber (1997): “TFP in the contiguous United States, 1977-86”, *Journal of Regional Science*, 37 págs. 213-33.
- Färe, R. y C. Lovell (1978): “Measuring the Technical Efficiency of Production”, *Journal of Economic Theory*, 19, págs. 150-162.
- Färe, R., S. Grosskopf y C.A. Lovell (1994a): *Production Frontiers*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris y Z. Zhang (1994b): “Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries”, *American Economic Review*, 84, págs. 66-83.
- Farrell, M.J. (1957): “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of Royal Statistical Society*, ACXX, Part 3, págs. 253-290.
- Fecher, F. y S. Perelman (1992): “Productivity Growth and Technical Efficiency in OECD Industrial Activities” en R.E. Caves (ed.): *Industrial Efficiency in Six Nations*, The MIT Press, págs. 459-488.
- Fundación BBVA (1997): *El stock de capital en la economía española*, BBVA, Bilbao.

- Grosskopf, S. (1993): "Efficiency and Productivity" en H. Fried, C. Lovell. y S. Schmidt (eds): *the Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford, Oxford University Press, págs. 160-194.
- Mas M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1994): "Capital Público y Productividad de la economía española", *Moneda y Crédito*, 198, págs. 163-192.
- Mas M., J. Maudos, F. Pérez y E. Uriel (1998): "Public Capital, Productive Efficiency and Convergence in the Spanish Regions (1964-93)", *Review of Income and Wealth*, 44(3), págs. 383-396.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (1998): "Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad", *Revista Española de Economía*, 15(2), págs. 235-264.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (2000a): "Crecimiento de la productividad y su descomposición en progreso técnico y cambio en la eficiencia: una aplicación sectorial y regional en España (1964-93)", *Investigaciones Económicas*, 24(1), págs. 197-205.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (2000b): "Convergence in OECD countries: technical change, efficiency and productivity", *Applied Economics*, 32(6), págs. 757-765.
- Maudos, J., J.M. Pastor y L. Serrano (2000c): "Efficiency and Productive Specialization: An Application to the Spanish Regions", *Regional Studies*, 34(9), págs. 829-843.
- Pedraja, F., J. Ramajo y J. Salinas (1999): "Eficiencia productiva del sector industrial español: un análisis espacial y sectorial", *Papeles de Economía Española*, 80, págs. 51-67.
- Pérez F., F.J. Goerlich y M. Mas (1996): *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones: 1955-1995*. Fundación BBVA, Bilbao.
- Seiford, L.M. y R.M Trall (1990): "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis", *Journal of Econometrics*, 46, págs. 7-38.
- Taskin, F. y O. Zaim (1997): "Catching-up and innovation in high-and low- income countries", *Economics Letters*, 54, págs. 93-100.